

Monitor VLF per eventi SID

rev. 3

Claudio Pozzi, IK2PII

5 maggio 2011

Sommario

Il monitoraggio di eventi SID in VLF storicamente viene eseguito con ricevitori dedicati a canale singolo. Il classico ricevitore “Gyrator III” è costituito da:

- antenna a telaio, direzionale e sintonizzata su una stazione;
- filtro selettivo per la stazione (gyrator);
- amplificatore, rivelatore ed integratore;
- convertitore analogico digitale;
- computer per la memorizzazione dei dati.

È possibile realizzare un sistema di monitoraggio tipo “Software Defined Radio”, sfruttando la potenza di calcolo di un PC con la scheda audio collegata all’antenna e software liberamente scaricabile da internet.

Il sistema dotato di un’antenna attiva omnidirezionale è completamente configurabile tramite software e consente di monitorare il segnale di più stazioni VLF contemporaneamente.

Il software consente di rendere disponibili su Internet gli spettri dei segnali ricevuti; è quindi possibile installare il sistema in località remote non presidiate.

L’articolo è un adattamento della presentazione tenuta al congresso ICARA2008. La prima parte della presentazione viene qui sostituita dall’articolo “E-Antenna: monopolio corto a larga banda” [1] che riporta maggiori dettagli.

Indice

1 Il preamplificatore	2
1.1 Preamplificatore prima versione	2
1.2 Preamplificatore seconda versione	2
2 Il software: Spectrum Lab di Wolfgang Buescher (DL4YHF)	2
2.1 Installazione di SpectrumLab	6
3 Le stazioni da monitorare	6
4 Elaborazione dei dati	7

Elenco delle figure

1 Preamplificatore, prima versione	2
2 Preamplificatore, prima versione	3
3 Preamplificatore, versione migliorata	3
4 Lo schema sinottico di SpectrumLab	4
5 La schermata waterfall di SpectrumLab	4
6 La programmazione dei segnali da mostrare nella finestra plot window	5
7 La plot window	5
8 La programmazione delle operazioni di memorizzazione dei file dati	5
9 Le cartelle per la memorizzazione dei file	7
10 La mappa delle stazioni, centrata su Sormano	8
11 Giornata con sole tranquillo	9
12 Giornata con due brillamenti	9

Elenco delle tabelle

1	Stazioni VLF ^a	7
---	---------------------------------	---

1 Il preamplificatore

La E-Antenna funziona bene anche collegandola all'ingresso microfono della scheda audio del PC tramite un trasformatore con rapporto 1:5 in salita, tuttavia ho preferito realizzare un amplificatore per collegare l'antenna all'ingresso linea della scheda audio che generalmente ha un rumore inferiore.

Per collegare l'antenna al preamplificatore è conveniente usare il cavo di rete Ethernet categoria 5, un doppino porta il segnale un secondo doppino porta l'alimentazione all'antenna. Per frequenze così basse il doppino twistato raccoglie meno disturbi del cavo coassiale.

Preamplificatore e computer devono essere collegati ad una presa di terra per evitare che nella scheda audio entrino ronzii e disturbi, meglio se sono collegati alla stessa "ciabatta". È utile inserire un trasformatore telefonico tra preamplificatore e PC.

Il preamplificatore contiene anche l'alimentatore per l'antenna.

Sono state realizzate due versioni del preamplificatore.

1.1 Preamplificatore prima versione

È un preamplificatore di bassa frequenza con guadagno circa 100 che utilizza solamente dei transistor facilmente reperibili ed a basso costo. Lo schema è riportato in Figura 1.

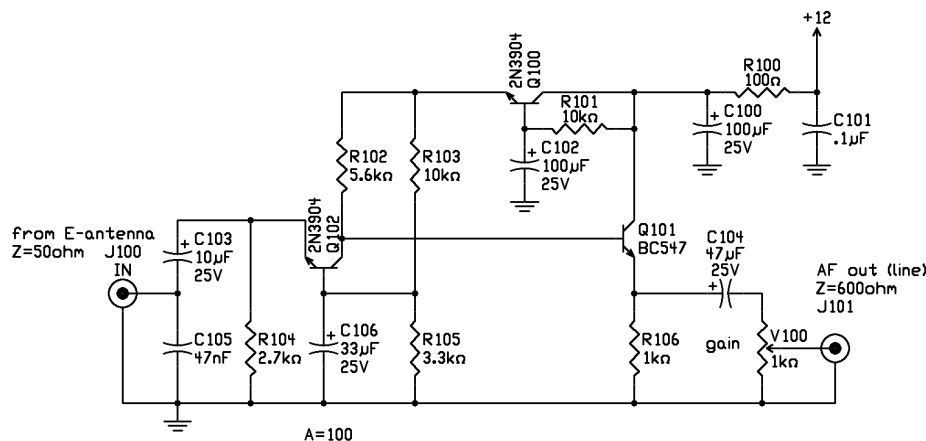


Figura 1: Preamplificatore, prima versione

Il transistor Q100 ha il compito di filtrare la tensione di alimentazione.

Il transistor Q102, con base a massa, è polarizzato per presentare un'impedenza di ingresso di 50 ohm. Il guadagno è stabilito dal rapporto tra l'impedenza di uscita (R102) e quella di ingresso.

Il condensatore C105 abbatte il livello delle frequenze elevate.

Il transistor Q101 adatta l'impedenza di uscita all'impedenza dell'ingresso linea della scheda audio.

La Figura 2 mostra una realizzazione di prova ma correttamente funzionante.

1.2 Preamplificatore seconda versione

È una versione migliorata, lo schema è riportato in Figura 3. Il circuito di ingresso è identico a quello del preamplificatore semplificato ed è seguito da un amplificatore operazionale a basso rumore.

Il guadagno è circa 1000 e può essere modificato variando il valore di R104.

2 Il software: Spectrum Lab di Wolfgang Buescher (DL4YHF)

Il programma Spectrum Laboratory:

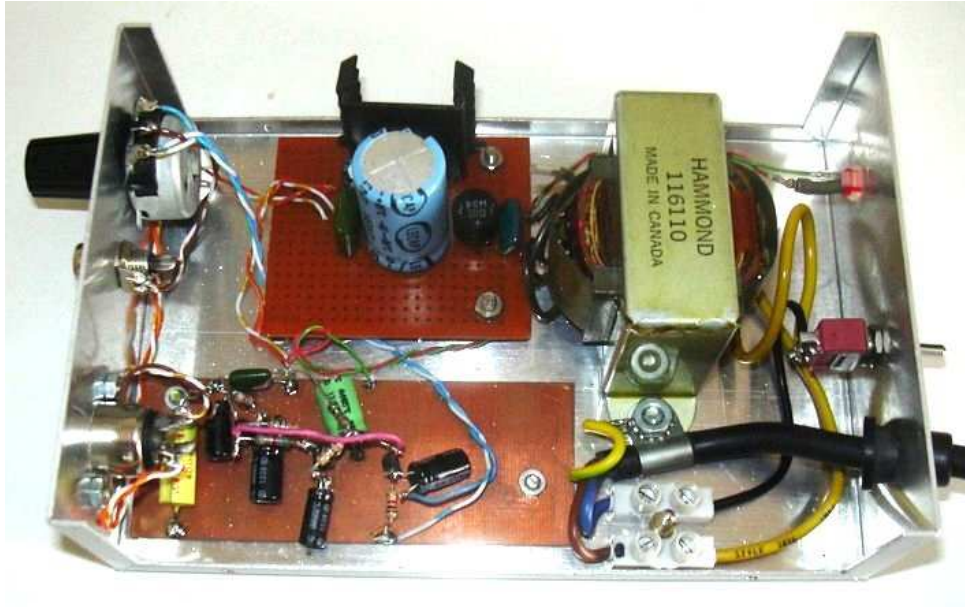


Figura 2: Preamplificatore, prima versione

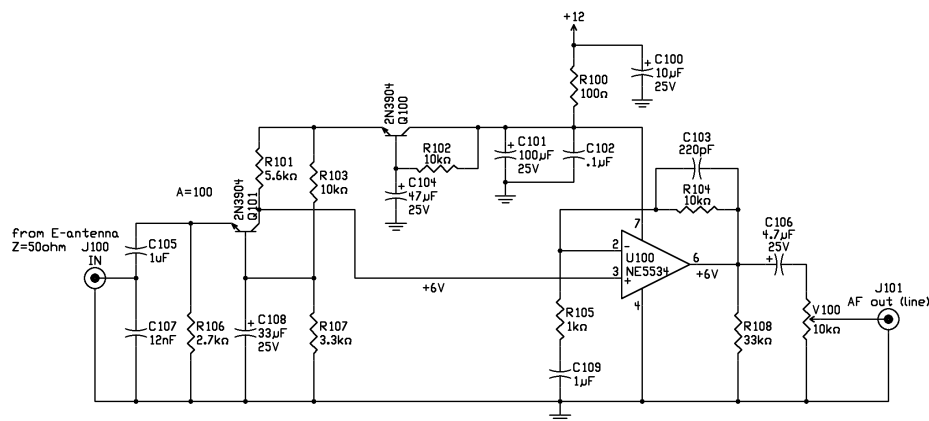


Figura 3: Preamplificatore, versione migliorata

- analizza lo spettro di un segnale tramite la scheda audio del PC
- analizza lo spettro di segnali precedentemente registrati in formato wave
- mostra come varia lo spettro nel tempo su un display “waterfall”
- consente di realizzare filtri sofisticati definiti tramite software
- l’uscita dei segnali filtrati può essere inviata all’uscita audio del PC in tempo (quasi) reale
- genera e decodifica alcuni modi di comunicazione digitali usati dai radioamatori
- può registrare il livello dei segnali ricevuti in file formato testo
- contiene un generatore di segnali audio
- consente di programmare operazioni in automatico
- contiene un “linguaggio” di programmazione per eseguire operazioni matematiche sui segnali ricevuti
- contiene un oscilloscopio
- è liberamente scaricabile dal sito <http://frenet-homepage.de/dl4yh/>

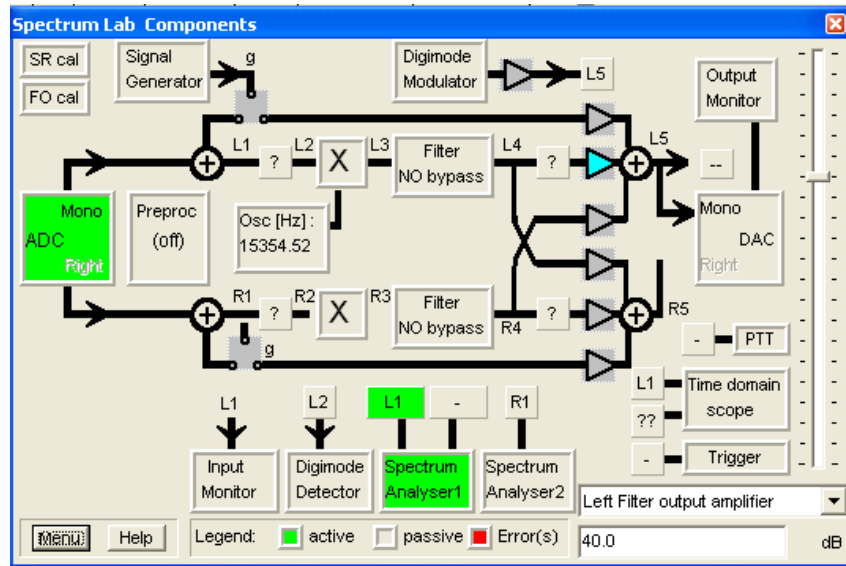


Figura 4: Lo schema sinottico di SpectrumLab

Dalla Figura 4 si possono intuire le molteplici possibilità di questo programma, Nella Figura 5 si vede la schermata principale del programma, con lo spettro in frequenza ed il waterfall.

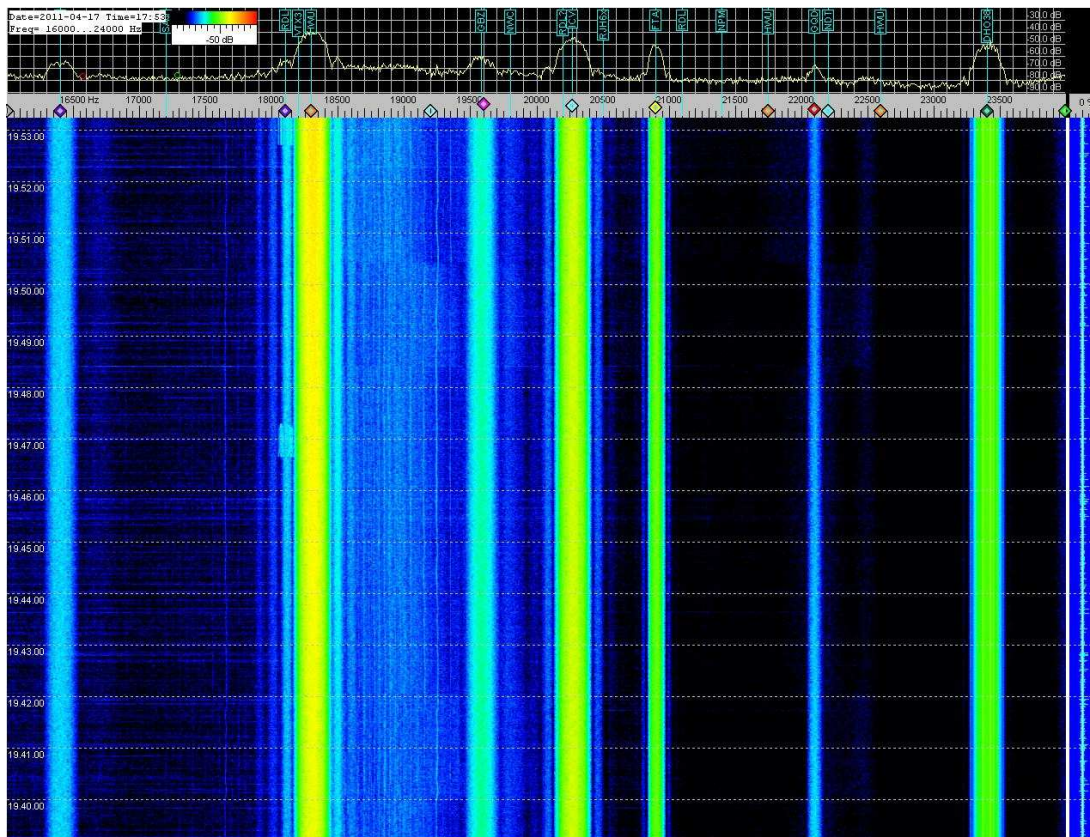


Figura 5: La schermata waterfall di SpectrumLab

Nella Figura 6 si vede la programmazione dei segnali da visualizzare sullo schermo nella plot window. La funzione `avrg()` fa la media nel tempo del segnale ricevuto. La funzione `noise_n()` calcola la potenza di rumore. La plot window viene aggiornata ogni minuto.

Nella Figura 8 si vede la programmazione delle operazioni di cattura dei dati in formato testo.

Nr	Title	Expression	Result (Value)	Format	Scale Min	Scale Max
	Noise	noise_n(16000,23990)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
1	GBZ	avg(19500,19700)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
2	ICV	avg(20170,20370)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
3	FTA	avg(20810,20990)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
4	GQD	avg(22050,22150)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
5	HWU1	avg(22500,22700)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
6	DH038	avg(23300,23500)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
7	HWU2	avg(21650,21850)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
8	HWU3	avg(18200,18400)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
9	JXN	avg(16300,16500)	bad frequency range	##0.0	-90	-20
10	NAA	avg(23930,24070)	bad frequency range	##0.0	-90	-20

Figura 6: La programmazione dei segnali da mostrare nella finestra plot window

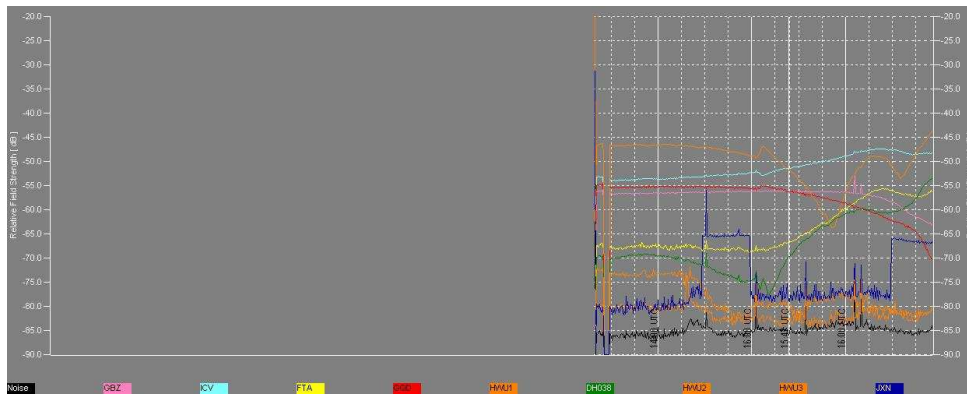


Figura 7: La plot window

Column	Title	Numeric Expression	Format	Flags	Formatted Results
1	Time	now	##0.0	1	
2	Noise	noise_n(16000,23990)	##0.0	1	
3	GBZ	avg(19500,19700)	##0.0	1	
4	ICV	avg(20170,20370)	##0.0	1	
5	FTA	avg(20810,20990)	##0.0	1	
6	GQD	avg(22050,22150)	##0.0	1	
7	HWU1	avg(22500,22700)	##0.0	1	
8	DH038	avg(23300,23500)	##0.0	1	
9	HWU2	avg(21650,21850)	##0.0	1	
10	HWU3	avg(18200,18400)	##0.0	1	
11	JXN	avg(16300,16500)	##0.0	1	
12	NAA	avg(23930,24070)	##0.0	1	

Figura 8: La programmazione delle operazioni di memorizzazione dei file dati

I segnali, oltre ad essere visualizzati sullo schermo, possono essere registrati su un file in formato ASCII; il tempo (UTC) é in formato epoch di unix (secondi trascorsi dalle ore 00:00:00 del 1 gennaio

1970). Attenzione a configurare correttamente in SpectrumLab le differenza tra il tempo UTC e quello locale e ad aggiornarla quando si passa da ora solare ad ora legale e viceversa! (In alternativa configurare Windows per usare il tempo UTC, configurare nel BIOS del PC il tempo UTC e disabilitare il cambio ora automatico di Windows).

Time	Noise	GBZ	ICV	FTA	GQD	HWU1	DH038	HWU2	HWU3	JXN
1303603206.3	-85.8	-61.4	-53.8	-78.3	-52.8	-79.0	-49.9	-81.1	-39.6	-79.9
1303603217.1	-84.7	-61.7	-53.8	-78.4	-53.0	-78.9	-50.1	-81.8	-39.6	-77.5
1303603227.3	-85.0	-61.7	-53.9	-78.6	-52.9	-79.1	-50.0	-80.7	-39.6	-78.9
1303603237.1	-82.7	-61.5	-53.9	-76.0	-52.7	-78.3	-49.9	-79.0	-39.8	-76.9

Il livello del segnale è registrato in decibel relativi al livello di saturazione della scheda audio, quindi la scala è logaritmica.

Il programma può essere usato anche con un ricevitore SID classico, basta prelevare il segnale da inviare alla scheda audio prima del diodo rivelatore.

SpectrumLab facilita la taratura del ricevitore SID. Osservando il livello del segnale sullo schermo del PC è facile sintonizzare l'antenna a telaio ed il gyrator sulla stazione che interessa.

La frequenza massima visualizzata è pari a 1/2 della frequenza di campionamento della scheda audio, esistono schede audio professionali che campionano a 96 kHz ed anche a 192 kHz, con queste schede è possibile monitorare altre stazioni. Particolarmente adatte si sono mostrate le schede Intel con CPU ATOM, che campionano a 96 kHz. Per questa applicazione il campionamento a 16 bit è sufficiente.

SpectrumLab consente anche di individuare la direzione da cui proviene il segnale, occorre usare i due canali di una scheda audio stereofonica collegati a due antenne a telaio.

Alla scheda audio può essere collegato qualunque segnale audio, ad esempio l'uscita di un ricevitore per Radio Giove.

2.1 Installazione di SpectrumLab

È stata usata la versione V2.76 b8, anche se non si tratta di una "final release" si è dimostrata molto stabile ed adatta ad una postazione remota non presidiata.

Alcuni consigli per l'installazione:

- funziona bene con Windows2000 o WindowsXP, anche su hardware non recente;
- provato anche su PC con Celeron 700 MHz e 288 Mbyte ram, funziona;
- è consigliabile un PC dedicato solo a questo scopo;
- è consigliabile eseguire una installazione di Windows "pulita", partendo da CD-rom;
- evitare di eseguire aggiornamenti del sistema operativo;
- disabilitare gli aggiornamenti automatici di Windows;
- non installare altri programmi se non sono indispensabili;
- non installare programmi tipo antivirus, anti-spyware etc;
- se il PC deve essere collegato ad internet proteggerlo con un router-firewall perimetrale ben configurato;
- utilizzare un altro PC per l'elaborazione off-line dei dati.

Dopo l'installazione è indispensabile creare le cartelle per la memorizzazione dei file in C:\Spectrum\Captures, vedi figura 9, in questo modo è possibile utilizzare il file di configurazione copiandolo nella cartella C:\Spectrum\configurations.

3 Le stazioni da monitorare

La Tabella 1 riporta le stazioni utilizzabili. La Figura 10 mostra la loro posizione.

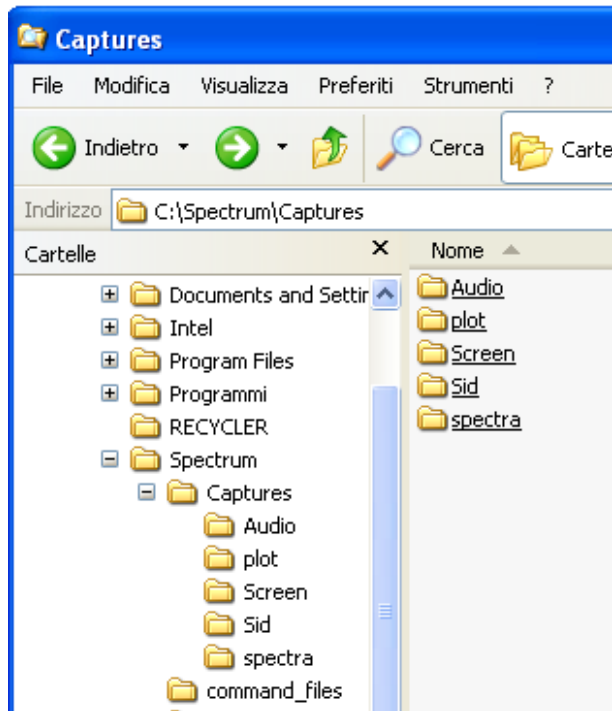


Figura 9: Le cartelle per la memorizzazione dei file

Tabella 1: Stazioni VLF ^a

identificativo	frequenza	località	latitudine	longitudine
GBZ	19600	Skelton (UK)	N 54°43'55"	W 2°52'59"
ICV	20270	Tavolara (IT)	N 40°55'23"	E 9°43'52"
HWU ^a	20900	Rosnay (FR)	N 46°42'47"	E 1°14'43"
GQD	22100	Anthorn (UK)	N 54°54'42"	W 3°16'43"
FTA ^b	22600	Sainte-Assise (FR)	N 48°32'41"	E 2°34'46"
DH038 ^c	23400	Rhauderfehn (D)	N 53°04'44"	E 7°36'54"
RDL ^d	18100			
JXN ^e	16400	Aldra Island (Norway)	N 66°25'00"	E 13°01'00"

^a Aggiornato a settembre 2008. Si tratta di stazioni militari, i dati riportati potrebbero essere in parte imprecisi.

^a Le trasmissioni di HWU e FTA a volte sono mutualmente esclusive. HWU alterna le frequenze di 18,3 kHz, 21,75 kHz e 22,6 kHz.

^b Le trasmissioni di HWU e FTA sono mutualmente esclusive.

^c Sospende le trasmissioni ogni giorno tra le 07:00 e 08:00 UTC.

^d Emissioni casuali da varie località della Russia.

^e Emissioni ad intervalli irregolari

4 Elaborazione dei dati

I grafici delle figure 11 e 12 sono stati realizzati con il programma *gnuplot* sotto Linux, il livello di rumore è stato filtrato con la funzione *smooth csplines*. Sono stati eliminati dai grafici i segnali delle stazioni non attive.

Nella figura 12 si nota che il livello della stazione ICV, in concomitanza dei flare, diminuisce mentre i livelli di GBZ e GQD, che sono molto vicine tra loro (fig. 10), risente poco dell'evento.

È disponibile un bash script-file per automatizzare la creazione dei grafici.

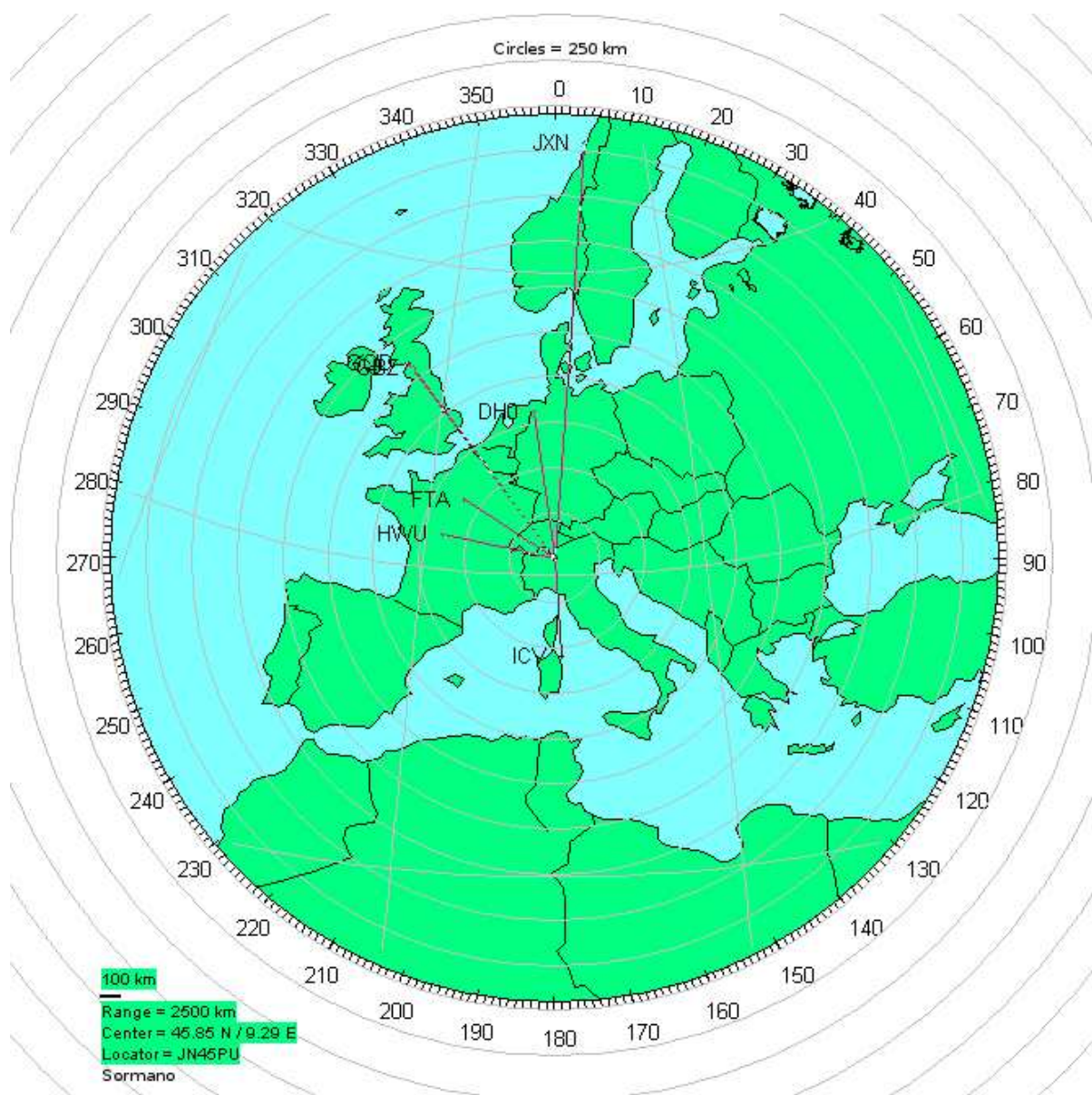


Figura 10: La mappa delle stazioni, centrata su Sormano

Riferimenti bibliografici

- [1] Claudio Pozzi, IK2PIL *E-Antenna: monopolo corto a larga banda* RadioKit ottobre 2006

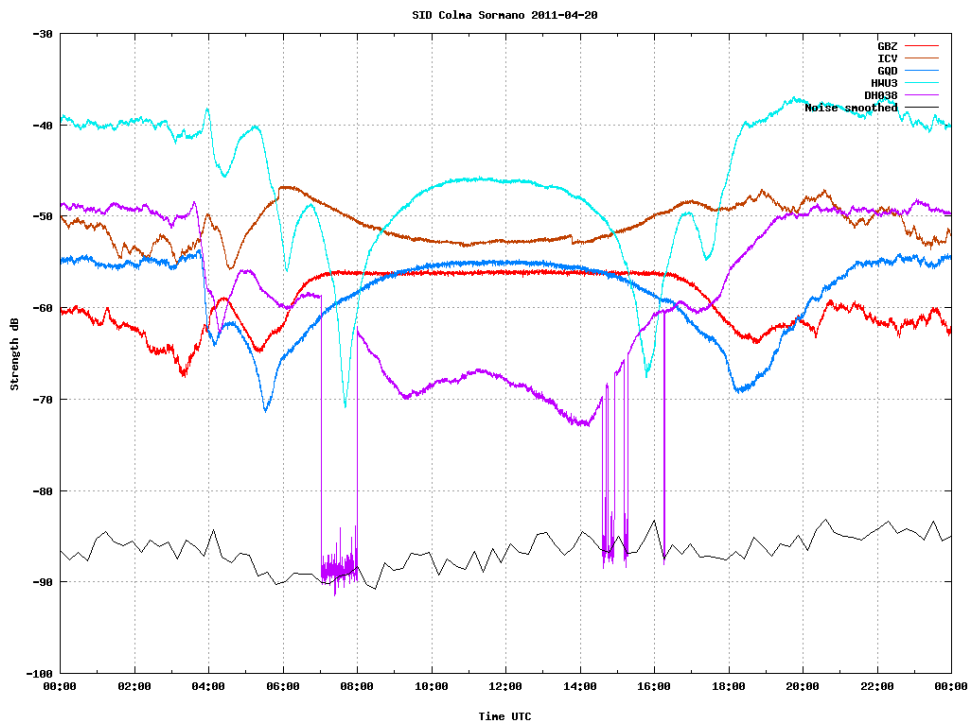


Figura 11: Giornata con sole tranquillo

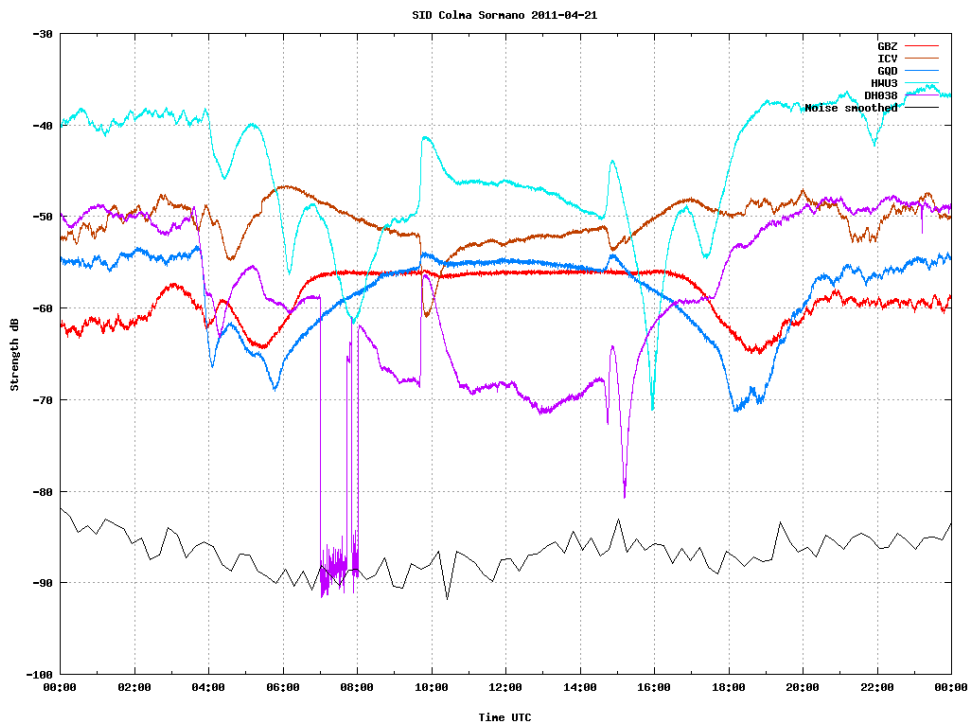


Figura 12: Giornata con due brillamenti